

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS MEDIANEIRA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

FABIANO RENATO FONTANA  
JULIANO JADER TONES  
LEANDRO GIRARDI

**MANUTENÇÃO E AUTOMAÇÃO DE EQUIPAMENTO INDUSTRIAL :  
ESTUFA PARA COZIMENTO DE BACON**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2011

FABIANO RENATO FONTANA

JULIANO JADER TONES

LEANDRO GIRARDI

**MANUTENÇÃO E AUTOMAÇÃO DE EQUIPAMENTO INDUSTRIAL:  
ESTUFA PARA COZIMENTO DE BACON**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *Campus* Medianeira, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Manutenção Industrial.

Orientador: Prof. Esp. Giovano Mayer

MEDIANEIRA

2011



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Gerência de Ensino  
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em  
Manutenção Industrial



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### MANUTENÇÃO E AUTOMAÇÃO DE EQUIPAMENTO INDUSTRIAL : ESTUFA PARA COZIMENTO DE BACON

Por:

Fabiano Renato Fontana

Juliano Jader Tones

Leandro Girardi

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 13:30 h do dia 01 de Dezembro de 2011 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Medianeira. Os acadêmicos foram argüidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. ESP. Giovano Mayer  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Orientador)

---

Prof. ME. Yuri Ferruzzi  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Convidado)

---

Prof. ME. Ivair Marchetti  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Convidado)

---

Prof. ESP. Giovano Mayer  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Responsável pelas atividades de TCC)

**A Folha de Aprovação assinada encontra-se na coordenação do Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelas nossas vidas, sabedoria, força e saúde.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *campus* Medianeira, pela oportunidade da realização do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial.

Agradecemos a todos os Professores do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial pela dedicação e ensinamentos.

A indústria Frimesa Unidade Central, pela confiança, incentivo e concessão dos dados estudados neste trabalho.

Aos nossos familiares pela compreensão, apoio, carinho e incentivo.

A todos que colaboram de forma direta ou indireta na nossa formação acadêmica e na concretização desta importante etapa em nossas vidas.

Certamente estes parágrafos não atenderam a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de nossas vidas. Portanto, desde já pedimos desculpas a aquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas que fazem parte do nosso pensamento e gratidão.

## RESUMO

FONTANA, Fabiano R; TONES, Juliano J; GIRARDI, Leandro. **Manutenção e Automação de Equipamento Industrial: Estufa para Cozimento de Bacon.** 2011 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2011.

Esse estudo teve como principal objetivo a realização da automação em uma estufa para cozimento de bacon e a revisão total do equipamento. Foi desenvolvido um programa com ajuda do LOGO! Soft Comfort em linguagem de blocos para a instalação em um CLP LOGO da Siemens, responsável pelo controle do processo. No equipamento físico foi montado um novo painel elétrico para substituir o antigo e realizada a revisão dos motores, a troca de borrachas de vedação das portas e foram instalados atuadores pneumáticos para abertura da chaminé e da renovação de ar. Além disso, o trabalho mostra a programação em linguagem Ladder e instalação em um CLP XC-100 da Moeller e a criação de um pequeno sistema supervisório no CodeSys, para apresentação em bancada no laboratório de automação da UTFPR. Finalmente, o trabalho traz como resultado, a melhoria na qualidade final do produto, o aumento significativo da produção, a maior rapidez na realização do processo e mostra tecnicamente a viabilidade de implantação de um sistema supervisório no processo.

Palavras – chave: Automação. CLP. Estufa para cozimento de bacon.

## ABSTRACT

FONTANA, Fabiano R; TONES, Juliano J; GIRARDI, Leandro. **Maintenance and Automation of Equipment Industrial: Stove for Cooking Bacon.** 2011 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2011.

This study had as main objective the implementation of automation in an oven for cooking bacon and review of the equipment. A program was developed with the help of LOGO! Soft Comfort language block to the installation in a CLP LOGO from Siemens, responsible for process control. In the physical equipment was installed a new electrical panel to replace the old and a revision of engines, the change of gaskets of the doors and pneumatic actuators have been installed for the opening of the chimney and the air exchange. In addition, the work shows the programming language Ladder and installation in a CLP XC-100 of Moeller and the creation of a supervisory system in small CodeSys, for presentation on a bench in the laboratory automation UTFPR. Finally, the work brings as a result, a significant improvement in final product quality, faster completion of the process and shows the technical feasibility of deploying a supervisory system in the process.

Keywords: Automation. CLP. Stove for cooking bacon

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Princípio de funcionamento do diagrama de blocos .....	13
Figura 2 - Curva de resistência x temperatura .....	16
Figura 3 - Fluxograma processo de cozimento manual. ....	17
Figura 4 - Fluxograma do novo processo. ....	18
Figura 5 - CLP LOGO da Siemens .....	20
Figura 6 - Programa LOGO! .....	21
Figura 7 - Controlador de temperatura COEL TLK 48 .....	21
Figura 8 - Execução do programa no CodeSys. ....	22
Figura 9 - continuação do programa no CodeSys. ....	23
Figura 10 - continuação do programa no CodeSys. ....	24
Figura 11 - Continuação da programação no CodeSys. ....	25
Figura 12 - Vista superior da estufa desligada .....	27
Figura 13 - Vista superior da estufa ligada .....	28
Figura 14 - Gráfico das temperaturas na tela do supervisor e teclado para ajuste do <i>setpoint</i> . ....	29
Figura 15 - Variação de temperatura no gráfico do supervisor (sensores aquecendo) .....	30
Figura 16 - Variação de temperatura no gráfico do supervisor (sensores esfriando) .....	30
Figura 17 - Instalação em bancada para simulação do supervisor .....	31
Figura 18 - Relés acionados, representando os equipamentos a serem ligados. ....	32
Figura 19 - Partida estrela-triângulo do moto ventilador. ....	32
Figura 20 - Lâmpadas acionadas pelo CLP. ....	33
Figura 21 - Leds indicando que as saídas do CLP estão acionadas .....	33
Figura 22 - Painel Elétrico antigo. ....	34
Figura 23 - Novo Painel Elétrico .....	35
Figura 24 - Turbina retirada para higienização e balanceamento .....	36
Figura 25 - Eixo da turbina retirado para troca dos rolamentos e troca das correias de transmissão .....	36
Figura 26 - Troca dos rolamentos da turbina. ....	36
Figura 27 - Renovação de ar aberta. ....	37
Figura 28 - Renovação de ar fechada .....	37
Figura 29 - Aumento na produção com a automação desenvolvida .....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Entradas e saídas do programa .....	19
Tabela 2 - Dados Técnicos do CLP LOGO! .....	20
Tabela 3 - Entradas e saídas físicas do programa. ....	31
Tabela 4 - Cotação dos componentes utilizados para montagem do painel elétrico.	38
Tabela 5 - Comparação dos resultados.....	39

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CLP	Controlador lógico programável
<i>Setpoint</i>	Referência de acionamento ou desacionamento
<i>Dumper</i>	Sistema que distribui o ar homogeneamente na estufa
Vcc	Tensão contínua
Vca	Tensão alternada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>11</b>
2.1 PROCESSO DE COZIMENTO DE BACON .....	11
2.2 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL .....	11
<b>2.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)</b> .....	<b>12</b>
2.4 LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO .....	13
2.4.1 Diagrama de blocos .....	13
2.4.2 Componentes do Ladder .....	14
2.5 SENSOR.....	14
2.5.1 Sensor de temperatura .....	15
2.6 PROGRAMA SUPERVISÓRIO .....	16
<b>3 PROCESSO A SER AUTOMATIZADO</b> .....	<b>17</b>
3.1 MATERIAIS E MÉTODOS .....	18
3.1.1 Melhorias Mecânicas.....	19
3.1.2 Desenvolvimento do Programa.....	19
3.1.3 Elaboração do Programa no CodeSys .....	22
3.1.4 Desenvolvimento do Supervisório .....	26
3.1.5 Execução do Painel Elétrico com a Utilização do Logo.....	33
3.1.6 Revisão do Equipamento.....	35
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>38</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>43</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>45</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No início da industrialização, utilizava-se ao máximo a mão - de - obra, onde as pessoas se especializavam em certas tarefas, desenvolvendo sempre as mesmas funções. No que diz respeito ao uso de máquinas de produção, o que acontecia era muito parecido com o trabalho braçal, mesmo que as máquinas tivessem características que permitissem seu uso em outras etapas de produção, elas eram limitadas ao trabalho que foram destinadas, não sendo aproveitada a sua capacidade ao máximo (PINTO, p.1, 2008).

Com o avanço tecnológico, a máquina passou a fazer o trabalho mais pesado, cabendo ao homem o papel de supervisioná-la. Seguindo essa lógica, automatizar o sistema tornou-se muito mais viável, pois os custos diminuem, a flexibilidade aumenta, permitindo a utilização de comandos eletrônicos em larga escala (PINTO, p.1, 2008).

Com a crescente demanda de produtos no mercado, falta de mão-de-obra, custo da matéria-prima e principalmente os altos custos de manutenção, é necessário investir em ferramentas que melhorem o aspecto tecnológico.

Ao o passar do tempo os equipamentos acabam ficando ultrapassados e podem não realizar tão bem sua tarefa, uma opção seria realizar a troca de um equipamento por um novo. Porém, muitas vezes as empresas não estão preparadas para um gasto tão grande, sendo que seu equipamento continua funcionando normalmente. Ao invés de descartar um equipamento bom, a opção seria realizar melhorias no próprio equipamento tornando-o apto para realizar as tarefas com uma qualidade maior e com menos interferência humana.

Este trabalho consiste em automatizar uma estufa de cozimento de bacon, objetivando: elaborar um programa no Logo! SoftComfort a ser instalado em um CLP LOGO da Siemens, além de um programa de supervisão no CodeSys a ser instalado em um CLP XC-100 da Moeller, para apresentação em bancada e como sugestão para implementação na indústria. Fazer a partida direta em um motor para exaustão; uma partida estrela-triângulo para o motor principal, instalar atuadores pneumáticos para abertura da renovação de ar e da chaminé; montagem de um novo painel elétrico e a revisão completa do equipamento.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir são apresentados alguns dos principais conceitos e fundamentações teóricas bem como a especificação dos principais equipamentos técnicos utilizados na execução deste trabalho.

### 2.1 PROCESSO DE COZIMENTO DE BACON

A carne animal mais consumida no mundo é a carne suína. Nas indústrias frigoríficas praticamente todos os cortes dos suínos são utilizadas para algum processo, o qual transforma a carne em diversos derivados.

Sarcinelli, Venturini e Silva (2007, p.3) ressaltam que uma das grandes derivações da carne suína é o bacon, ele é extraído da parte magra da barriga que contém o tecido muscular, na qual são adicionados sais para a cura. Depois disso é levada para uma sala onde os sais entram em uniformização. Na seqüência são retirados os excessos de sais através do enxágüe, após isso, é realizado o processo de cozimento do bacon em estufas próprias para o cozimento.

O processo de cozimento varia de indústria, isso é tratado como parte da receita do produto. O cozimento é realizado através de etapas de cozimento, em algumas dessas etapas o cozimento é realizado em maior temperatura que em outra etapa. Também variam as formas de cozimento: renovação de ar aberta ou fechada, exaustor ligado ou não; Isso depende da receita de cada indústria.

### 2.2 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Para Silveira (2010, p. 23), a automação é um conceito e um conjunto de técnicas por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com

uma eficiência ótima pelo uso de informações recebidas do meio sobre o qual atuam.

Automação é todo o processo que se desenvolve, sem a necessidade de intervenção humana. Está presente em praticamente todos os processos industriais, sendo condição essencial para quem deseja produzir em grande escala com uniformidade, qualidade e agilidade. Toda vez que é introduzida uma técnica de controle a um processo, está relacionada à automação industrial (WEG, p.3). Tem como função principal a realização de uma ou mais ações seguindo uma lógica pré – determinada a ocorrência de eventos. As ações executadas podem ser: o avanço ou recuo de um cilindro, o acionamento ou não de uma ventosa, o acionamento ou parada de motor elétrico, pneumático ou hidráulico (NEGRI, p.8, 2001).

### 2.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

O Controlador lógico programável surgiu em 1968 devido a grande dificuldade de mudar a lógica de controlar painéis de comando a cada mudança na linha de montagem (ANTONELLI, p. 7, 1998). Tem papel fundamental no desenvolvimento de ações planejadas, modelando processos desde os mais simples até os mais complexos (WEG, p. 4). São ferramentas de trabalho muito úteis e versáteis para aplicações em sistemas de acionamentos e controle e por isso são utilizados em grande escala no mercado industrial.

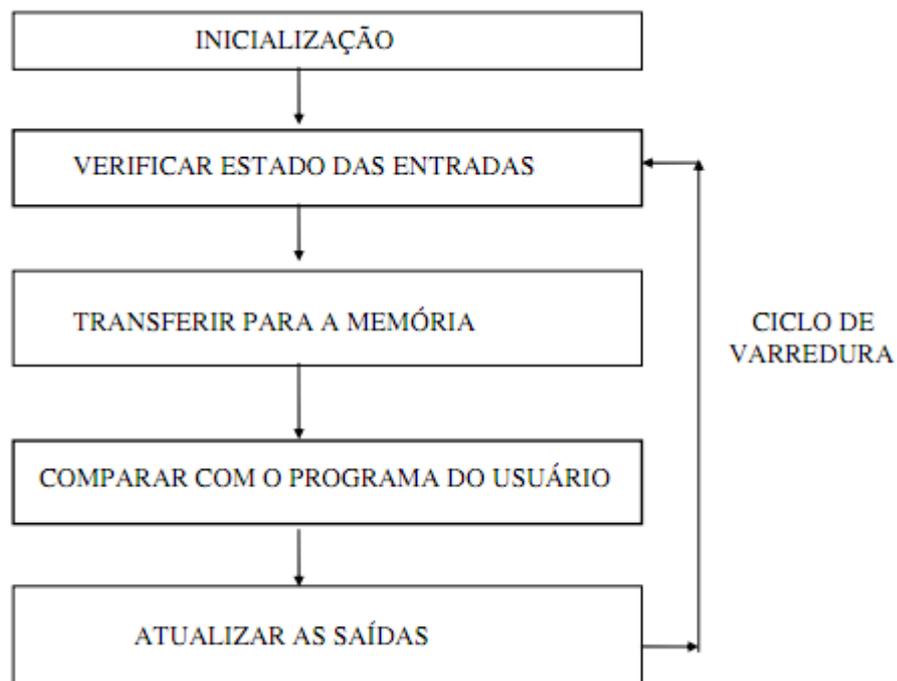
O CLP é um sistema microprocessado e é constituído por um microprocessador, um programa monitor, uma memória de programa, uma memória de dados, uma ou mais interfaces de entrada, uma ou mais interfaces de saída e circuitos auxiliares (WEG, p. 10 e 11). Tem seu funcionamento baseado em três passos: Ler as entradas; executar os programas e atualizar as saídas (WEG, p.9).

## 2.4 LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

### 2.4.1 Diagrama de blocos

Diagrama de blocos é a forma eficaz de apresentar passos lógicos de um determinado processamento. Sua principal função é facilitar a visualização dos passos de um processamento (MORAES p. 12, 2000).

Seu princípio de funcionamento segue a figura 1:



**Figura 1- Princípio de funcionamento do diagrama de blocos**  
Fonte: ANTONELLI P. L. – Introdução aos Controladores Lógicos Programáveis- CLPs.

## 2.4.2 Componentes do Ladder

Ladder é:

“uma linguagem de programação gráfica, em forma de diagrama, que por ser de fácil criação e interpretação e representar ligações físicas entre componentes eletrônicos (sensores e atuadores), acaba sendo bastante utilizada em ambiente industrial. (CORTELETTI, 2005 p.1)”.

Em um diagrama Ladder, simples, podemos encontrar três tipos de elementos básicos (CORTELETTI, 2005):

a) Contato: É o elemento que representa uma entrada física do CLP, que pode ser um sensor, botoeira, ou seja, a entrada de sinal no bloco de controle lógico. Pode ser uma chave, um sensor reflexivo, uma chave fim de curso ou até mesmo o contato de algum relé auxiliar.

b) Bobina: É a saída física do CLP, que pode ser digital ou analógica. Tal saída física pode acionar motores, lâmpadas, dentre outros.

c) Memória ou Relé Interno: É a representação do estado de um contato ou bobina em memória, sem conexão direta com elementos externos.

## 2.5 SENSOR

Sensor é um dispositivo sensível a um fenômeno físico, como temperatura, umidade, luz, pressão. Através da sensibilidade o sensor envia um sinal que pode abrir ou fechar um contato para dispositivos de medição e controle (SILVEIRA, 2010, p. 24).

### 2.5.1 Sensor de temperatura

O controle de temperatura é uma prática muito utilizada nos processos de automação industrial, pois muitos processos sofrem a influência ou dependem da mesma para serem executados (IGOR-KRAKHECHE p.2 2003). Pode-se citar alguns exemplos: processos químicos, caldeiras, cozimento de produtos industriais (objetivo do estudo a seguir), entre outros processos.

O sensor PT-100 é uma termoresistência bastante utilizada em processos industriais:

O sensor PT-100:

“é um termômetro de resistência elétrica feito de platina. É chamado de termoresistor, possuindo uma resistência de aproximadamente  $100\Omega$  a  $0^\circ\text{C}$ . A norma DIN IEC 751 padronizou a faixa das termoresistências de  $-200$  a  $850^\circ\text{C}$ .

A platina é um metal especialmente indicado para a construção de sensores de temperatura, pois, pode ser refinada até atingir grande pureza. Deste modo, o valor da resistividade consta em tabelas universais (que não dependem, portanto, do fabricante do sensor). O PT-100 é considerado sensor de alta precisão e ótima repetibilidade de leitura.

O princípio físico de funcionamento deste dispositivo é baseado numa relação linear da resistência em função da variação da temperatura, segundo a expressão:

$$R_t = R_0(1 + a\Delta T + b\Delta T^2)$$

Onde:

“R” é a resistência em função da temperatura

“R<sub>0</sub>” a resistência inicial

“ΔT” é a variação da temperatura

“a” é o coeficiente de temperatura do metal, valor indicado pela norma DIN 43760,  $\alpha=0,00385$ .

“b” pode ser considerado nulo para a platina, logo a curva resistência versus temperatura é, teoricamente, linear. (KRAKHECHE, 2003 p.2)”.

A figura 2 mostra a curva característica de um PT100:

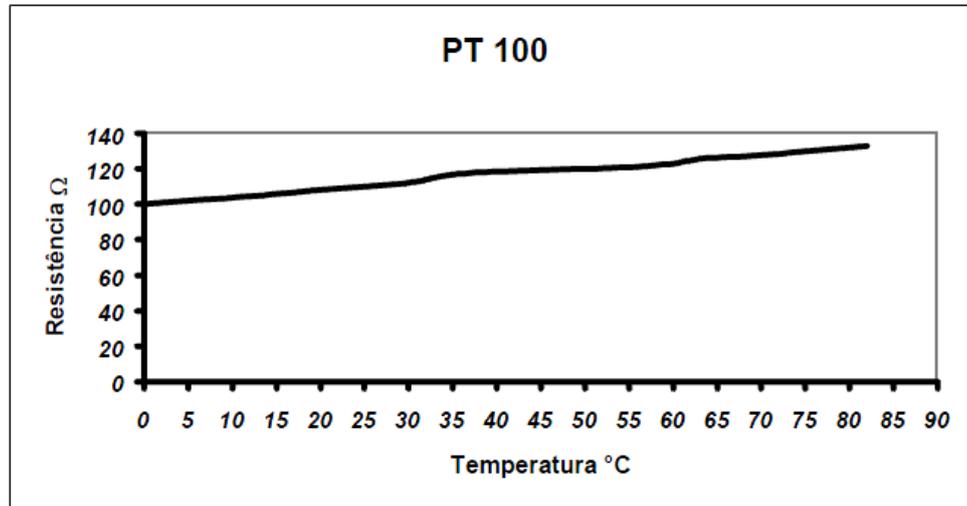


Figura 2 - Curva de resistência x temperatura  
Fonte: KRAKHECHE I. ZWITERS M. FISTAROL A. TIBOLLA V. – SENSORES DE TEMPERATURA 2003.

## 2.6 PROGRAMA SUPERVISÓRIO

Sistemas de supervisão são capazes de processar as informações do processo e torná-las disponíveis para o operador ou qualquer outro usuário do supervisório (SOUZA p. 4 2005).

Os sistemas de supervisão desempenham três tipos de atividades básicas:

- Supervisão: são todas as funções de monitoramento do processo, por exemplo, gráficos e relatórios do processo;
- Operação: substitui as funções da mesa de controle otimizando os procedimentos de ligar ou desligar equipamentos e mudar o modo de operação dos equipamentos de controle;
- Controle: os algoritmos de controle são responsáveis apenas por ajustar o *setpoint* do mecanismo de controle dinamicamente de acordo com o comportamento global do processo (SOUZA p. 5 2005).

### 3 PROCESSO A SER AUTOMATIZADO

O projeto foi executado em uma estufa de cozimento de bacon, na indústria FRIMESA UNIDADE CENTRAL- MEDIANEIRA, que é responsável pelo abate e pela industrialização de suínos. O projeto tem por objetivo a automação e a reforma da estufa de cozimento, visando aumentar sua produtividade e diminuir a interferência humana no processo. Antes o processo de cozimento era feito de forma manual e o operador precisava sair da indústria, ir à parte de traz da estufa e abrir manualmente a chaminé e a renovação de ar, controlar as etapas que serão descritas pelo fluxograma da figura 3 e ainda abrir a estufa para efetuar a medição da temperatura interna do produto ao final de cada etapa. Cada etapa consiste em ligar e/ou desligar o motor principal (motoventilador), *dumper* e exaustor e também abrir e/ou fechar a renovação de ar e chaminé, bem como controlar o tempo de cada etapa.

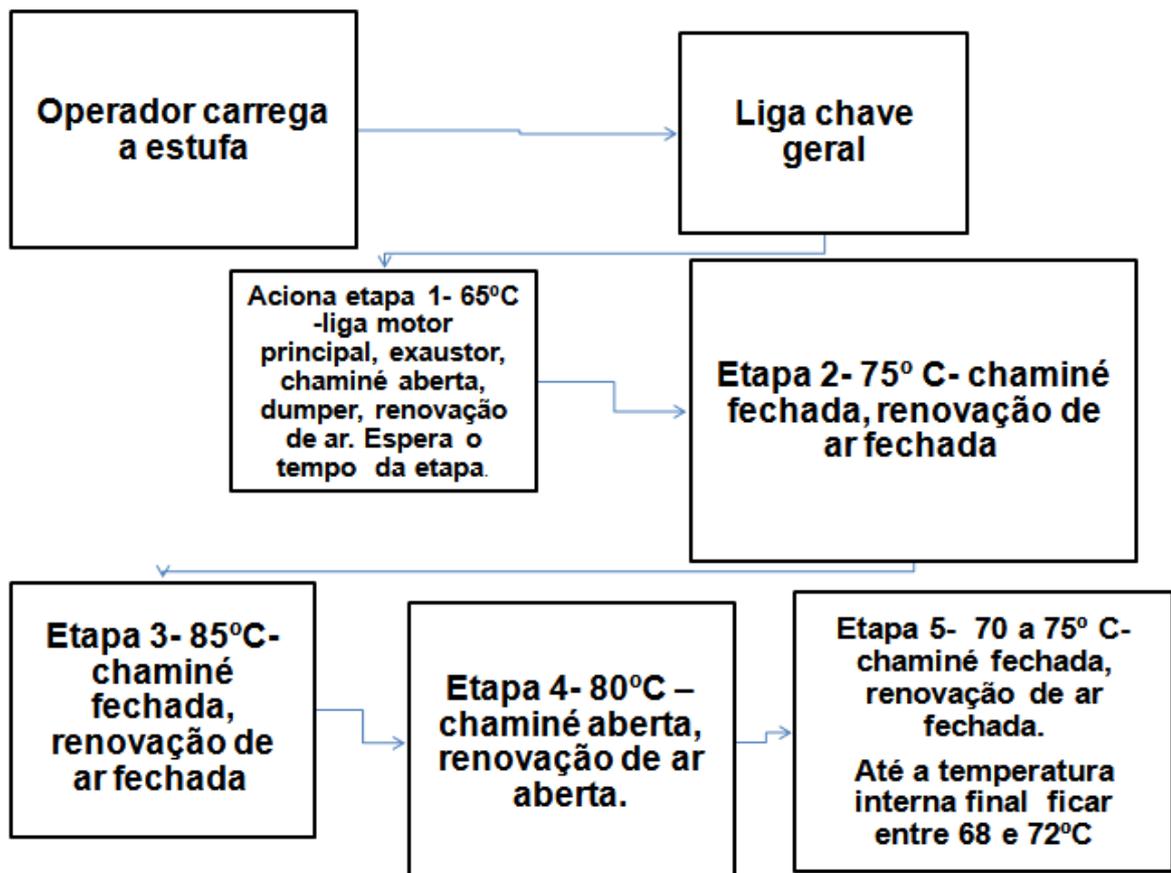


Figura 3 - Fluxograma processo de cozimento manual.

Com a implantação do novo sistema, as etapas do processo e tempo de cozimento são controladas pelo LOGO e a temperatura é controlada por um controlador de temperatura COEL TLK-48.

### 3.1 MATERIAIS E MÉTODOS

No processo automatizado o operador tem a função de selecionar a chave manual automático, ligar o sistema e inserir o *setpoint* no controlador de temperatura, como mostra a figura 4.

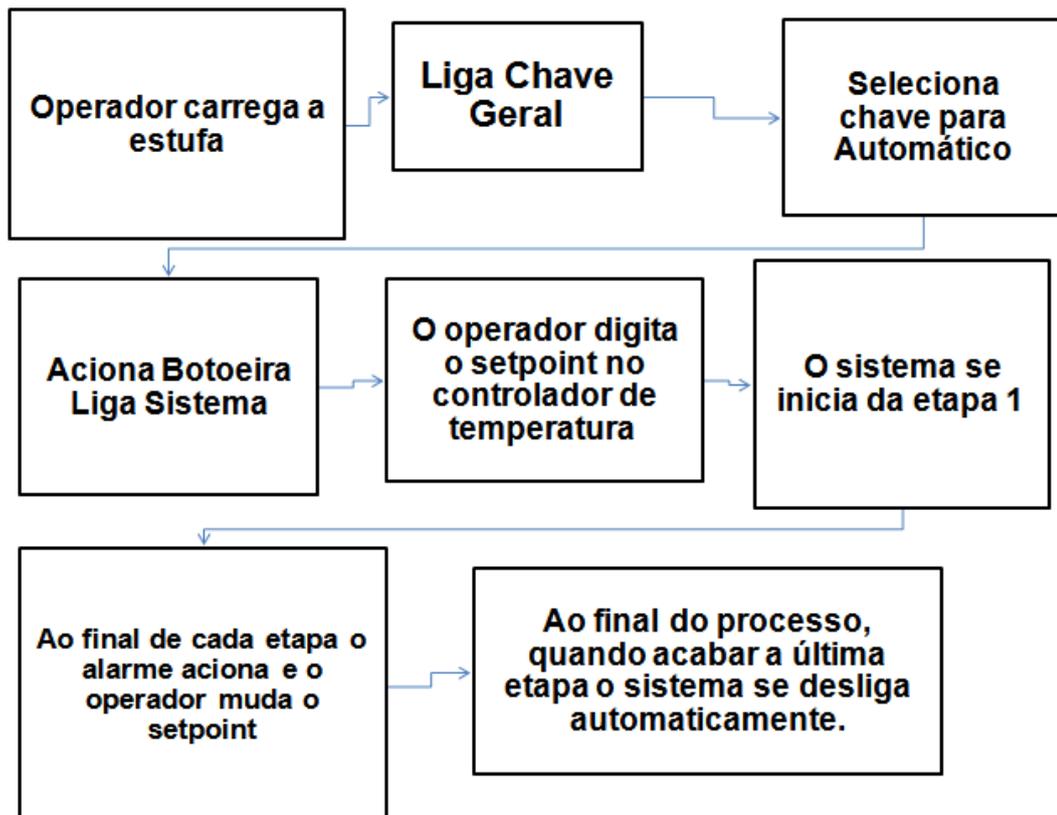


Figura 4 - Fluxograma do novo processo.

### 3.1.1 Melhorias Mecânicas

Por se tratar de um equipamento bastante antigo, foram necessárias algumas modificações em sua estrutura. Na renovação de ar e na chaminé, foram instalados cilindros pneumáticos (PID Brasil C20 SAS 50), comandados por válvulas pneumáticas (Festo mod. 4 V210-06), para facilitar a abertura e fechamentos dos mesmos. Essas válvulas são acionadas por um sinal de 24Vcc enviado pelo CLP em caso de controle automático, ou pela manopla de operação no caso de controle manual.

### 3.1.2 Desenvolvimento do Programa

O desenvolvimento do programa de controle do processo (aplicado na indústria) foi executado com o auxílio do *software* LOGO!SoftComfort e instalado em um CLP LOGO. A figura 5 mostra o CLP LOGO da Siemens que foi utilizado na automação da estufa de cozimento de bacon. O programa principal foi desenvolvido em linguagem FDB (diagrama de blocos) e a tabela 1 mostra as entradas e saídas utilizadas pelo CLP, assim como os equipamentos físicos de entrada, como botoeiras e as saídas como motores e alarmes. A tabela 2 mostra os dados técnicos do CLP utilizado.

Tabela 1 - Entradas e saídas do programa

Entradas Físicas	Saídas Físicas
I1 – controlador de temperatura	Q1 – motor principal
I2- seleção automático	Q2 - exaustor
I3 – liga sistema	Q3 - alarme
I4 – reset alarme	-----

Tabela 2 - Dados Técnicos do CLP LOGO!

Modelo CLP	Tensão de alimentação	Número de entradas	Número de saídas
CLP LOGO! 24 rc	127Vca e 24Vcc	8 entradas digitais	4 saídas relé (10A)



**Figura 5 - CLP LOGO da Siemens**  
 Fonte: [www.mercadolivre.com.br](http://www.mercadolivre.com.br).

A figura 6 mostra o diagrama de blocos que foi desenvolvido com o auxílio do *Software Logo! Soft Comfort*, responsável pelo controle das etapas do processo.

Por este modelo de CLP possuir um número limitado de saídas (apenas quatro) alguns elementos que entram em funcionamento simultâneo no processo, foram ligados na mesma saída, tais como o *dumper* (ligado junto com o motor principal) e a renovação de ar, que foi ligada junto com o exaustor.

O sistema conta também com dois controladores de temperatura modelo COEL TLK-48 como pode ser visto na figura 7. Um deles controla a abertura da válvula de vapor que é responsável pela temperatura interna da estufa, enquanto o outro, monitora a temperatura interna do produto que quando atinge o *setpoint*, desliga o sistema. Ambos utilizam sensores do tipo PT-100 para fazer a leitura da temperatura.



### 3.1.3 Elaboração do Programa no CodeSys

A programação no CodeSys foi desenvolvida em linguagem Ladder. A plataforma de programação CodeSys permite a criação de pequenos sistemas supervisórios, que podem ser utilizados no supervisionamento de alguns processos. O desenvolvimento do supervisório foi idealizado para demonstrar o processo no laboratório de automação e verificar a viabilidade da aplicação em campo.

O programa controla o tempo de cozimento, as etapas do processo e a temperatura de cozimento e também realiza a partida estrela-triângulo do motor principal. Nesta programação as entradas foram definidas como: liga, desliga, emergência, temperatura do produto e temperatura da estufa. As saídas foram definidas como: motoventilador (motor principal), *dumper*, exaustor, chaminé, renovação de ar e válvula de vapor. A programação realizada no CodeSys pode ser vista nas figuras 8, 9, 10 e 11:



**Figura 8 - Execução do programa no CodeSys.**

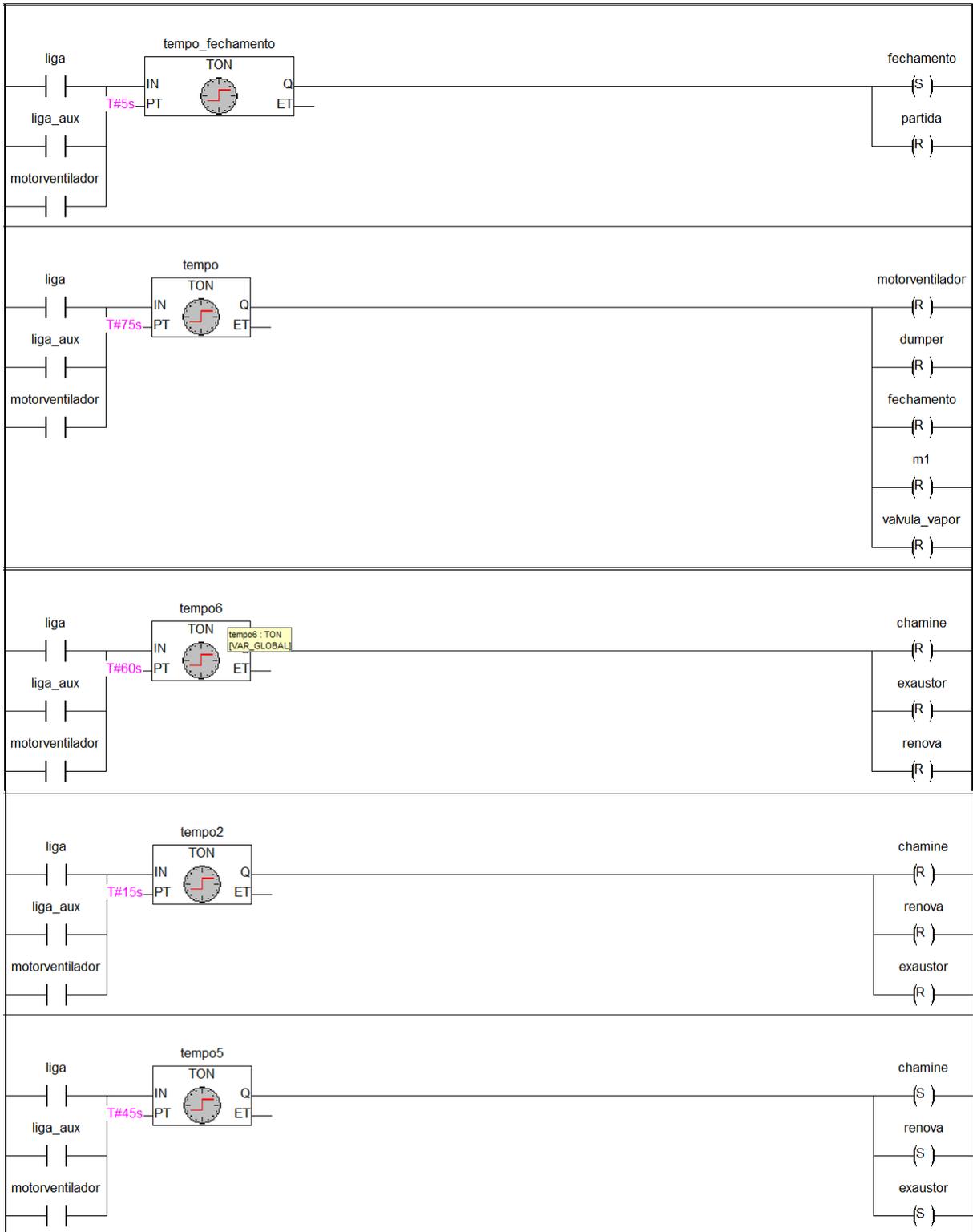


Figura 9 - continuação do programa no CodeSys.

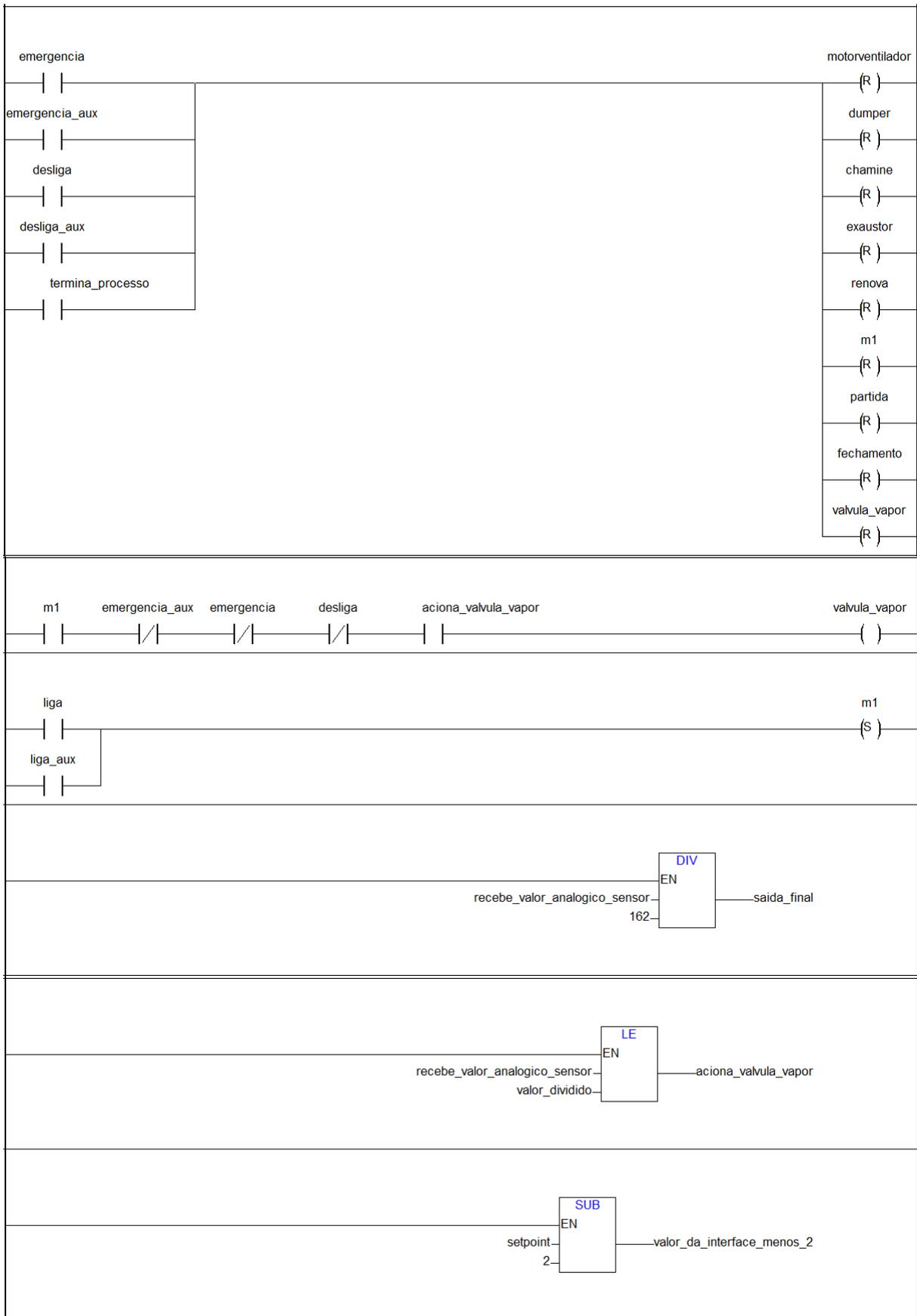


Figura 10 - continuação do programa no CodeSys.

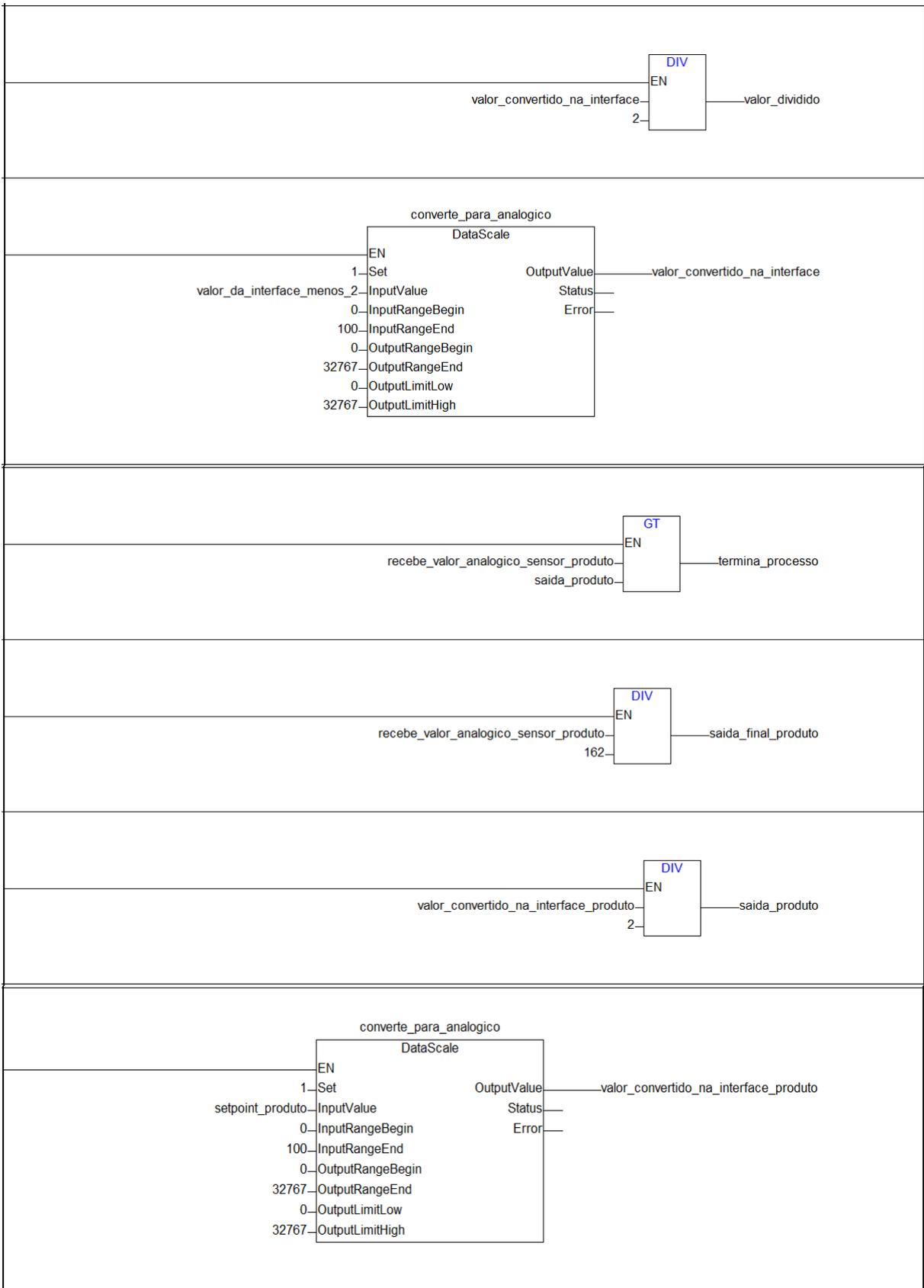


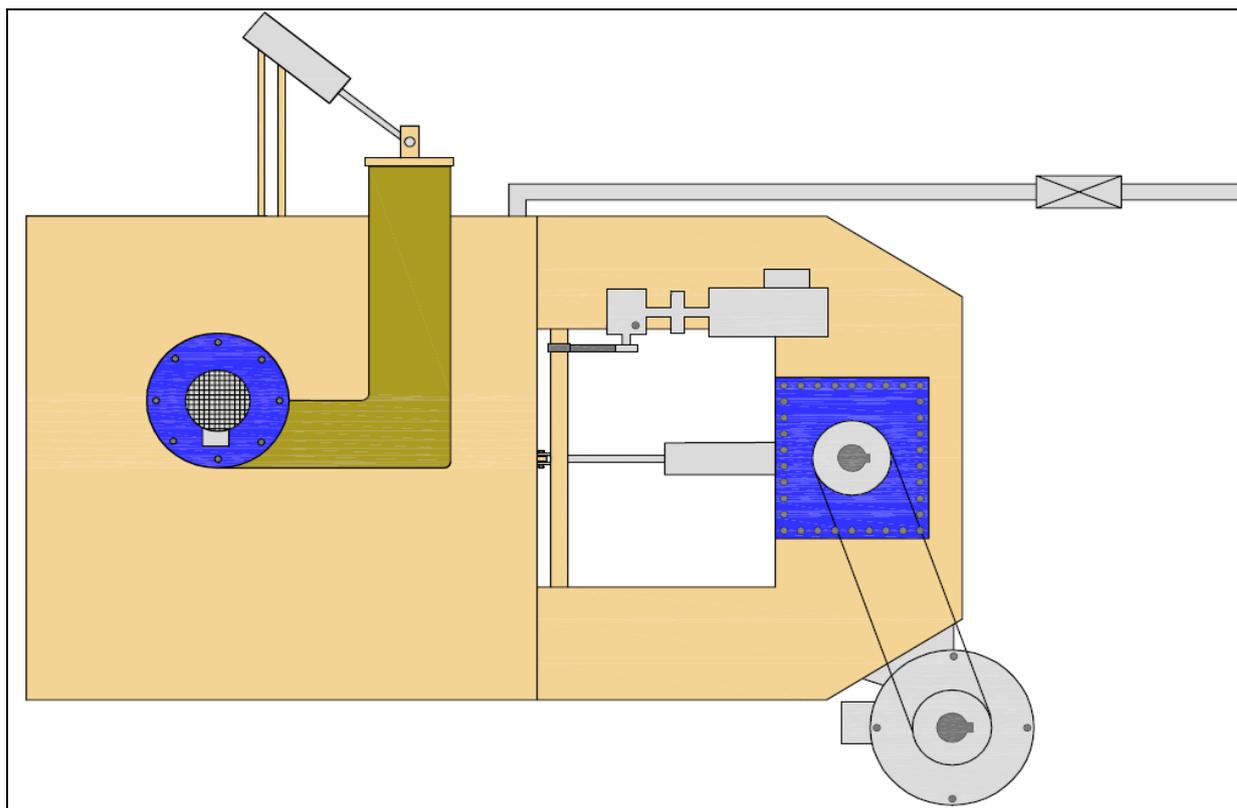
Figura 11 - Continuação da programação no CodeSys.

O CLP utilizado para a execução deste programa é o XC-100 da MOELLER, cujas características estão descritas abaixo:

- a) Oito entradas digitais;
- b) Seis saídas digitais a transistor;
- c) Alimentação das entradas e saídas 24Vcc;
- d) Alimentação da CPU 24Vcc;
- e) Memória de programação até 128kb;
- f) Velocidade de ciclo de 0,5ms/1000 instruções;
- g) Até sete módulos de expansão.

#### 3.1.4 Desenvolvimento do Supervisório

Os sistemas supervisórios são desenvolvidos geralmente para facilitar a operação do equipamento e para que o operador possa controlá-lo à distância. Neste caso, com auxílio de um *software* para desenvolvimento de desenhos e projetos, foi desenvolvido um desenho da vista superior da estufa, com todos os seus componentes como motores, cilindros pneumáticos, chaminé e válvula de vapor, como pode ser observado na figura 12.



**Figura 12 - Vista superior da estufa desligada.**

Logo após a execução dos desenhos, estes foram separados em blocos básicos, tais como motores, cilindros pneumáticos, chaminé e válvula de vapor. Nestes blocos foram alteradas as cores, assim, quando o elemento físico altera seu estado para ligado, (acionamento do motor, por exemplo) a figura do motor modificado (na cor verde) se sobrepõe a figura do motor desligado, indicando que este dispositivo acionou fisicamente. A figura 13 mostra o supervisor com todos os equipamentos ligados.

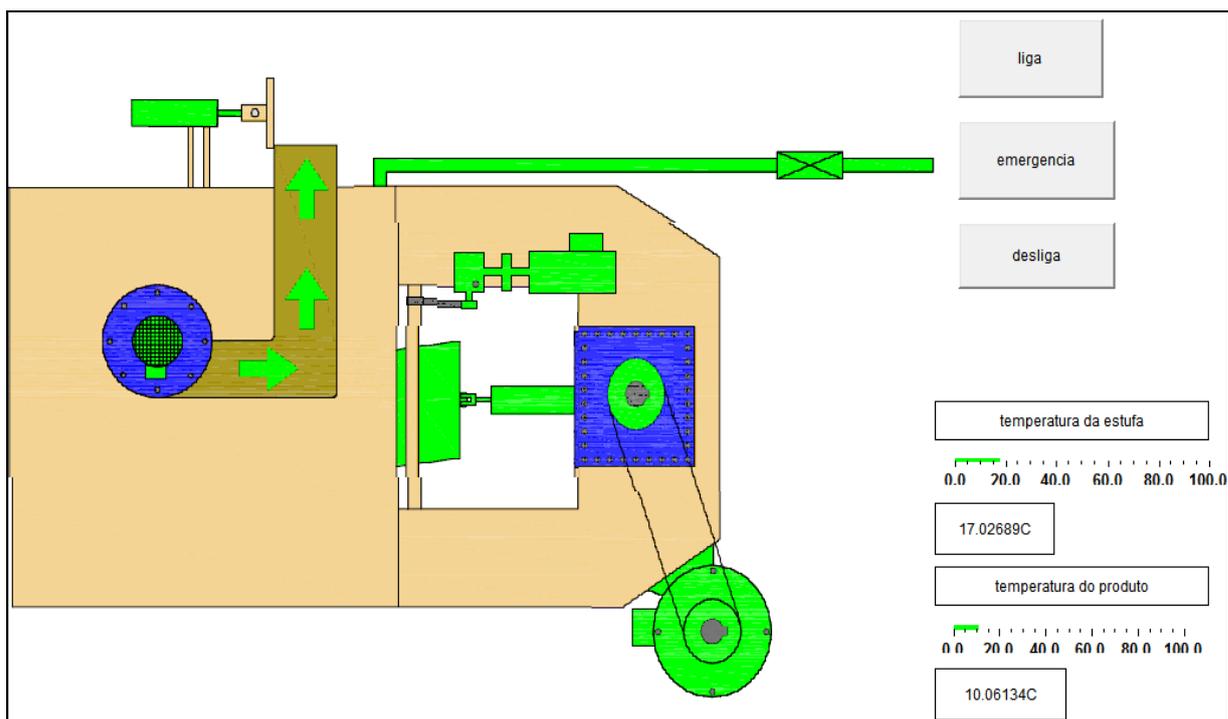


Figura 13 - Vista superior da estufa ligada.

A operação do supervisor é feita com o auxílio de um computador e através do mouse o operador seleciona a ação a ser tomada. Por exemplo, se pressionar sobre o botão “liga” o processo será iniciado. Uma vez em execução, se o operador pressionar sobre o botão “desliga” ou “emergência”, o processo será interrompido instantaneamente. O botão de emergência é do tipo retentivo, ou seja, é preciso pressionar sobre ele novamente para desacioná-lo. Também é possível alterar o *setpoint* da estufa através do supervisor. Para isso o operador pode pressionar sobre o *setpoint*. Ao fazer isso, aparecerá um teclado virtual onde o operador pode inserir o valor desejado. Isso pode ser visto na figura 14.

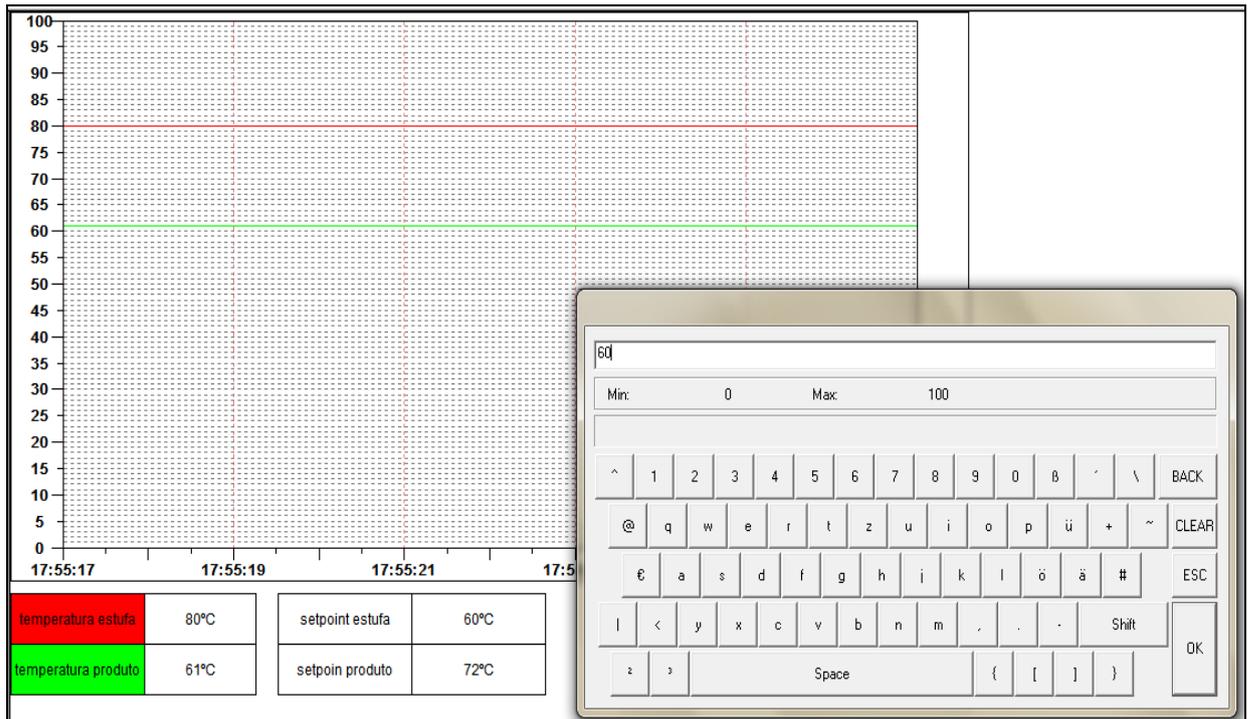


Figura 14 - Gráfico das temperaturas na tela do supervisor e teclado para ajuste do *setpoint*.

Através do supervisor é possível acompanhar a temperatura do processo através do gráfico que o mesmo disponibiliza. As figuras 15 e 16 mostram a variação de temperatura no gráfico da tela do supervisor conforme os sensores estão aquecendo ou esfriando. A linha vermelha mostra a variação do sensor de temperatura da estufa, enquanto a linha verde mostra a variação do sensor de temperatura do produto.

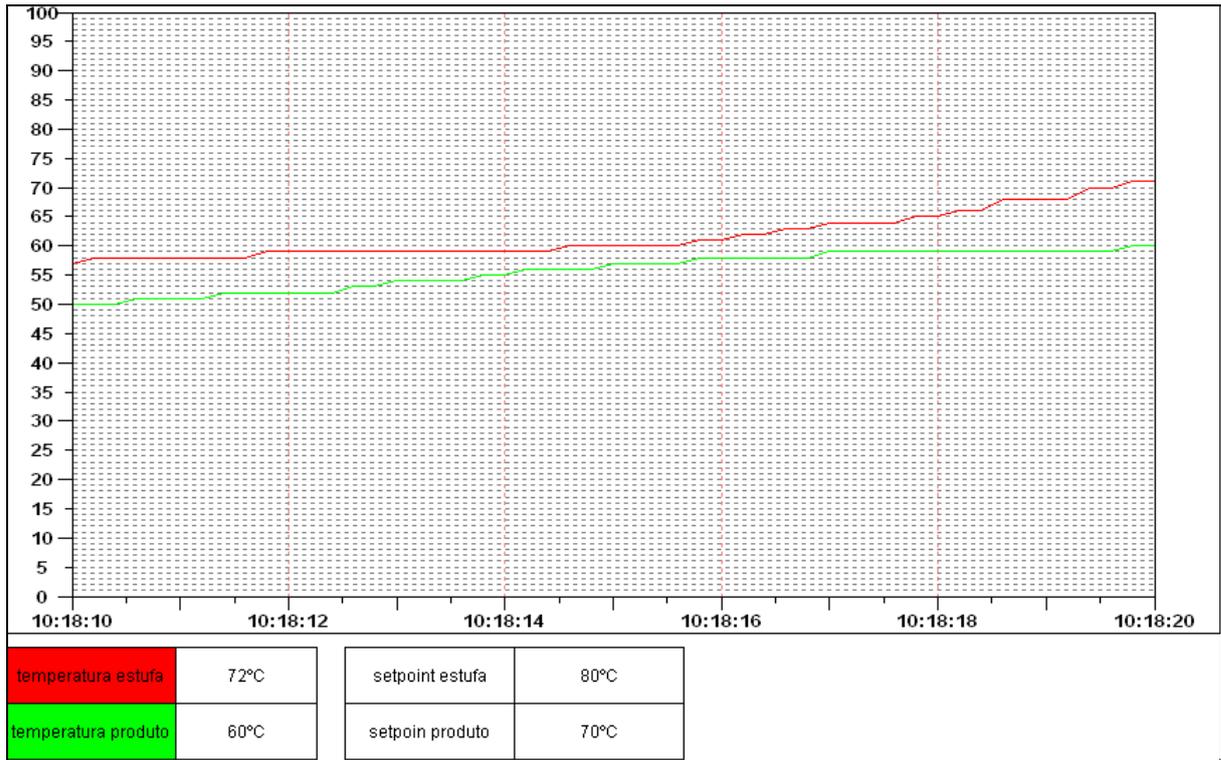


Figura 15 - Variação de temperatura no gráfico do supervisor (sensores aquecendo).

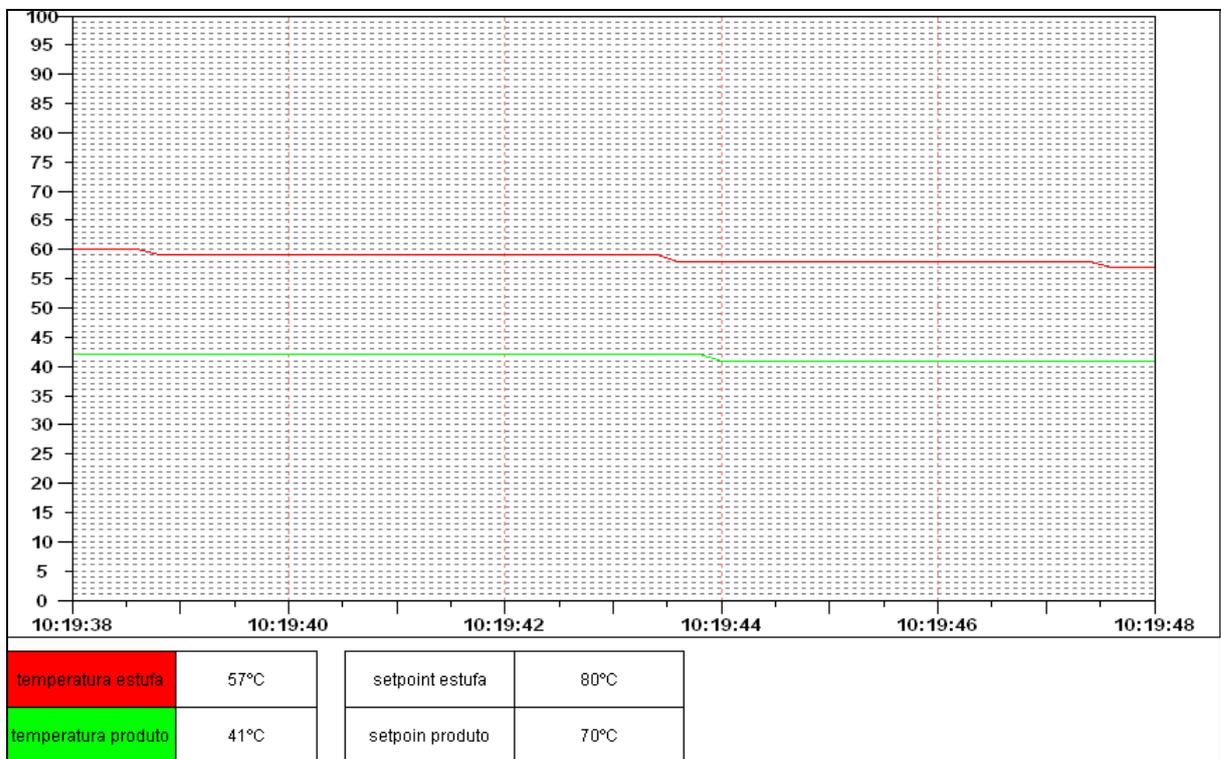


Figura 16 - Variação de temperatura no gráfico do supervisor (sensores esfriando)

A tabela 3 mostra as saídas e entradas físicas utilizadas no CLP e na programação. Foi utilizado um bloco de expansão com duas entradas analógicas (XIOC-2AI-1AO-U1-I1) e outro com oito saídas digitais (XIOC-8DO):

Tabela 3 - Entradas e saídas físicas do programa	
ENTRADAS FÍSICAS	SAÍDAS FÍSICAS
IX 0.0 - LIGA	QX 0.0- MOTOVENTILADOR
IX 0.1 - EMERGÊNCIA	QX 0.1- CHAMINÉ
IX 0.2 - DESLIGA	QX 0.2- RENOVAÇÃO DE AR
IW 4 - SENSOR ESTUFA (analógica)	QX 0.3- EXAUSTOR
IW 6 - SENSOR PRODUTO (analógica)	QX 0.4- DUMPER
-----	QX 0.5-VÁLVULA DE VAPOR
-----	QX 2.0- PARTIDA MOTOVENTILADOR
-----	QX 2.1- FECHAMENTO PARTIDA

As figuras 17, 18, 19, 20 e 21 mostram as instalações realizadas em bancada.

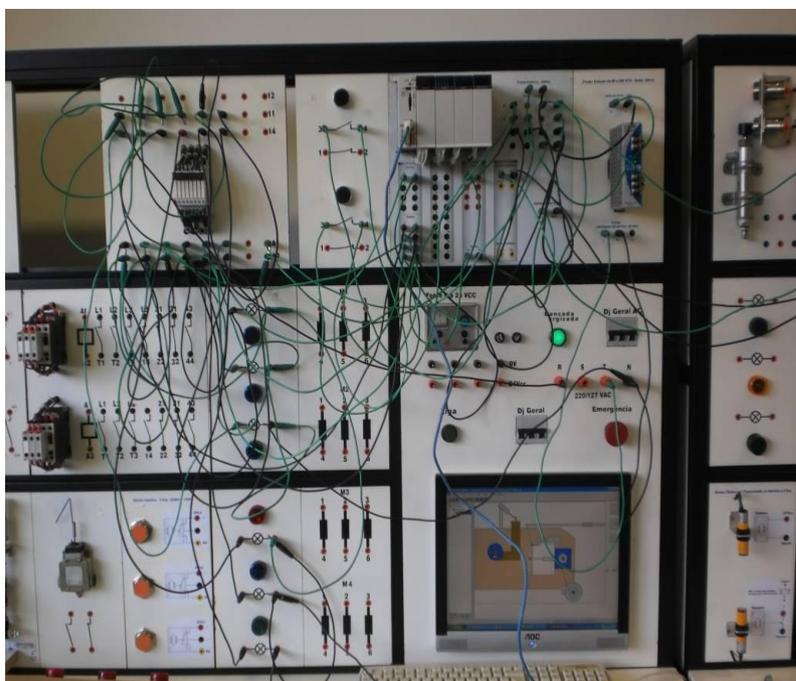


Figura 17 - Instalação em bancada para simulação do supervisório.

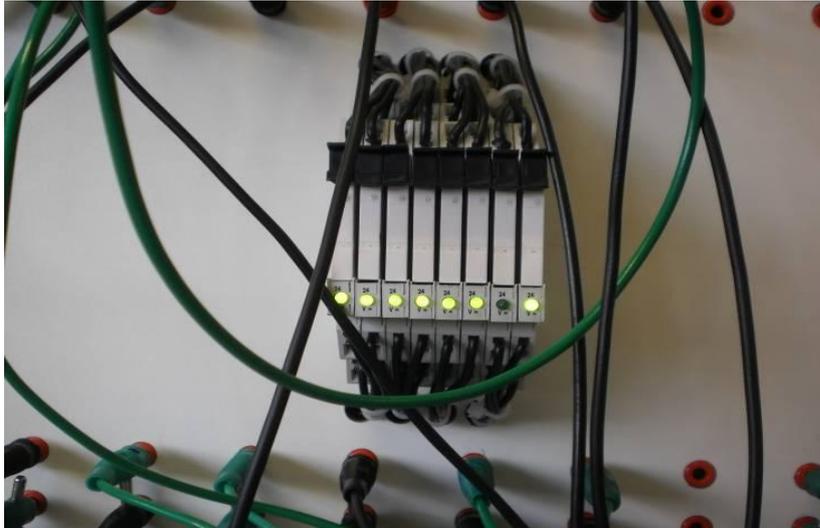


Figura 18 - Relés acionados, representando os equipamentos a serem ligados.

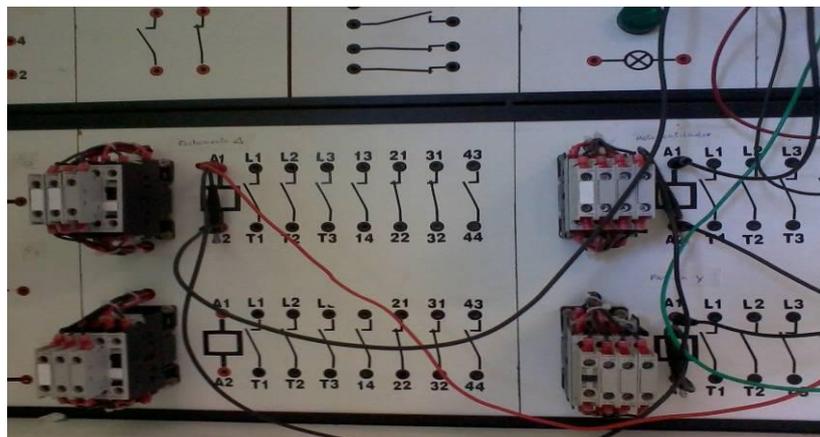


Figura 19 - Partida estrela-triângulo do moto ventilador.

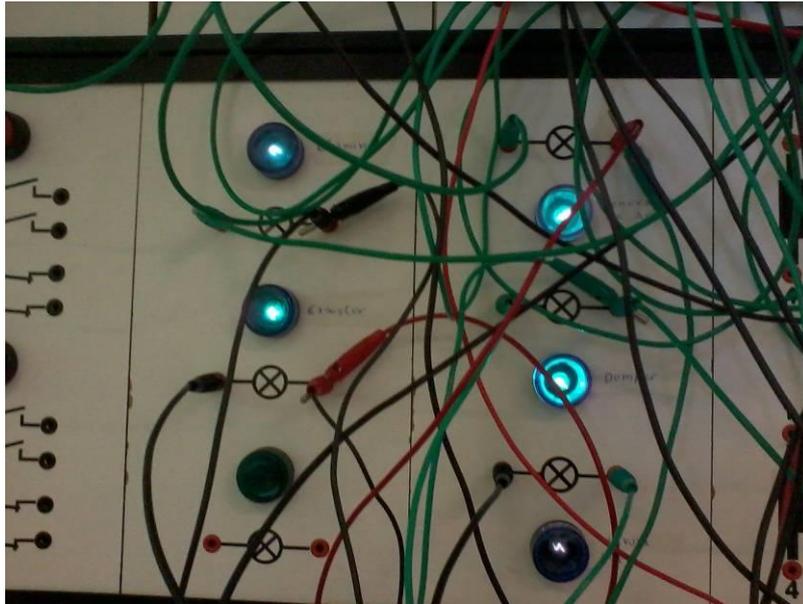


Figura 20 - Lâmpadas acionadas pelo CLP.



Figura 21 - Leds indicando que as saídas do CLP estão acionadas.

### 3.1.5 Execução do Painel Elétrico com a Utilização do Logo

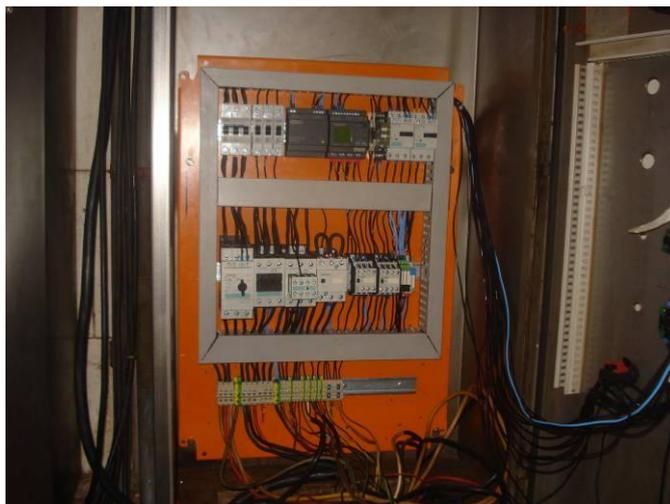
Inicialmente foram desenvolvidos os diagramas conforme mostram os Apêndices A, B e C. Após a elaboração do projeto, iniciou-se a construção do novo painel que substituiu o antigo quadro de comando mostrado na figura 22.



**Figura 22 - Painel Elétrico antigo.**

O novo quadro de comando e força mostrado na figura 23 é constituído por um disjuntor geral de força trifásico de 50A curva do tipo D Siemens modelo 5SX2350-8, um disjuntor geral de comando monofásico de 10A curva do tipo B Siemens modelo 5SX2110-6, um disjuntor monofásico de 10A curva do tipo B Siemens modelo 5SX2110-6 para alimentação da fonte do LOGO, um disjuntor motor ajustável de 40-50A Siemens modelo 3RV1031-4HA10 para proteção do motor principal (motoventilador). Um disjuntor motor ajustável de 2,8 - 4A Siemens modelo 3RV1011-1EA10 para proteção do exaustor e um disjuntor motor ajustável de 1,4–2A Siemens modelo 3RV1011-1BA10 para a proteção do motor do *dumper*.

Foram utilizadas três contadoras de 43A da Siemens modelo 3RT1036-1AU10 para elaboração da partida estrela-triângulo do motor principal (motoventilador) e duas contadoras de 10A da Siemens modelo 3RT1016-1AU11 uma para acionamento do motor do exaustor e outra para acionamento do *dumper*. Também foram utilizados cinco relés de acionamento para o interfaceamento entre as saídas do CLP e do controlador de temperatura e contadoras. Foi utilizado um relé de tempo para a partida estrela-triângulo, dois controladores de temperatura, um para controle da temperatura interna da estufa e outro que mostra a temperatura interna do produto, além do CLP LOGO e da sua fonte de alimentação.



**Figura 23 - Novo Painel Elétrico**

Por opção da empresa e também por ter um sistema manual, à partida em estrela-triângulo do motor principal é realizada por um temporizador e a temperatura controlada por um controlador de temperatura e não pelo próprio CLP como comentado anteriormente.

O painel possui também um sistema manual de acionamento. Caso ocorra alguma falha no sistema automático o operador poderá acioná-lo através de uma chave de seleção manual/automático. O choque térmico, que consiste em dar um banho de água fria no produto ainda quente, logo após o término do processo de cozimento é realizado manualmente, onde o operador ativa o mesmo ligando uma manopla que aciona a válvula do choque térmico realizando o processo.

### 3.1.6 Revisão do Equipamento

Para um melhor desempenho do equipamento foram necessárias algumas manutenções na estufa como:

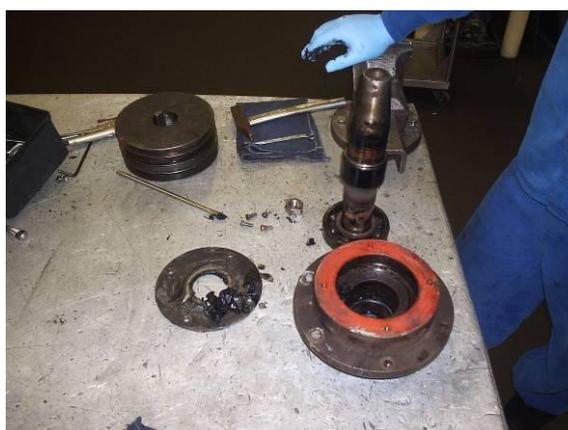
- Revisão motoventilador: troca de rolamentos do motor e da turbina, balanceamento da turbina, troca das correias de transmissão como pode ser visto nas figuras 24, 25 e 26:



**Figura 24 - Turbina retirada para higienização e balanceamento.**



**Figura 25 - Eixo da turbina retirado para troca dos rolamentos e troca das correias de transmissão.**



**Figura 26 - Troca dos rolamentos da turbina.**

- Revisão do sistema de aquecimento: foi verificado o acionamento das válvulas de vapor, verificação da existência de furos na tubulação e

serpentina, acionamento dos purgadores tipo bóia que são responsáveis pela drenagem do condensado existente nas tubulações e na serpentina, calibração dos sensores de temperatura;

- Revisão do sistema de renovação de ar: troca de rolamentos do motor do exaustor, balanceamento da turbina do exaustor. As figuras 27 e 28 mostram a verificação do sistema de abertura da renovação de ar, além de mostrar os cilindros instalados, os quais possibilitam a abertura automática do sistema de renovação de ar.



**Figura 27- Renovação de ar aberta.**



**Figura 28- Renovação de ar fechada.**

- Revisão da estrutura do equipamento: troca de borrachas de vedação das portas, verificação das fechaduras das portas, visualização de possíveis danos nas estrutura do equipamento.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do estudo se mostram positivos em comparação ao desempenho anterior do equipamento, onde o tempo de cozimento era de até 12 horas para o produto chegar à temperatura final. No processo atual, o tempo de cozimento não ultrapassou às 8 horas, o que é considerado um bom resultado.

A tabela 4 mostra o preço dos materiais utilizados para a construção do novo painel elétrico que foi instalado na indústria:

Tabela 4- Cotação dos componentes utilizados para montagem do painel elétrico

Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Siemens disj. Trifásico curva c 50A	1,00 UN	52,00	52,00
Siemens disj. Monofásico curva c 10A	3,00 UN	6,80	6,80
Siemens Logo fonte 24Vcc 2,5A 6EP1332-1SH42	1,00 UN	327,60	327,60
Siemens Logo 12/24RC versão 0BA6	1,00 UN	547,10	547,10
Siemens disj. motor 3RV1011 1,4 - 2,0A	1,00 UN	130,70	130,70
Siemens disj. motor 3RV1011 2,8 - 4,0A	1,00 UN	132,20	132,20
Siemens disj. motor 3RV1031 40,0 - 50,0A	1,00 UN	524,70	524,70
Siemens contator 3RT1017-1AN21 12A 220VCA	2,00 UN	74,80	149,60
Siemens contator 3RT1036-1AN20 50A 220VCA	3,00 UN	100,00	300,00
Siemens conector sak 10/16,0MM	9,00 UN	6,20	55,80
Siemens conector sak 6,0MM	15,00 UN	4,40	66,00
Cabo flexível 1,00MM 750Vpreto	100,00 MT	0,28	28,00
Cabo flexível 1,00MM 750V azul	100,00 MT	0,28	28,00
Mettlert relé conj. PRZ-1R-24 24VCC/VCA 6mm	5,00 UN	34,80	174,00
P T 100 100X3,0MM s/ cabeçote rosca 3/16 cabo 6m	2,00 UN	346,60	693,20
Moeller A22 botão manopla 2p fixas 1NA IP65	5,00 UN	22,70	113,50
Valor mão-de-obra	.....	.....	770,80
Valor total gasto			4100,00

A tabela 5 compara os resultados obtidos com o novo processo de cozimento em relação ao antigo processo:

Tabela 5- Comparação dos resultados antes da melhoria x depois da melhoria

	Processo antigo	Processo automatizado
Horas de cozimento	12	8
Cozimentos por dia	2	3
Carros por cozimento	8	8
Peças por carro	90	90
Peças cozidas por dia	1440	2160
Peças cozidas por mês	28800	43200
Peças cozidas por ano	345600	518400

Para a construção da tabela 5 foi considerado uma média de vinte dias de produção por mês. Nota-se um aumento significativo na quantidade de peças produzidas, chegando há um valor aproximado de 33%. A figura 29 mostra o aumento da produção mensal em número de peças produzidas através de um grafico:

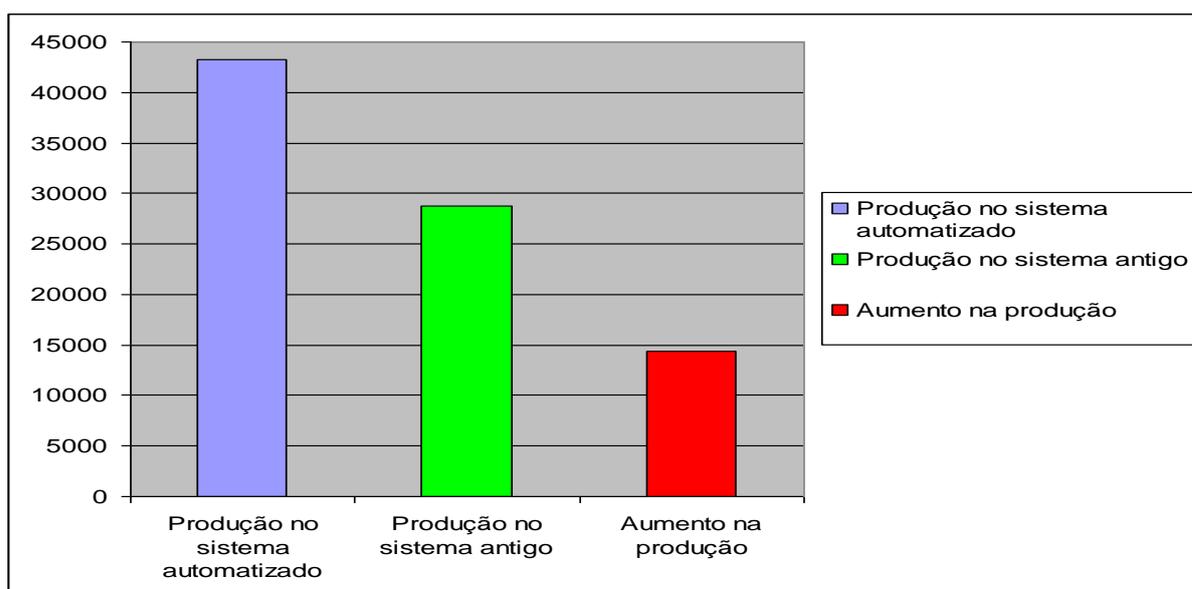


Figura 29- Aumento na produção com a automação desenvolvida.

Outros pontos positivos foram:

- Qualidade do cozimento: Antes da automação o cozimento do produto não era homogêneo, sendo que, em algumas partes da estufa o produto não ficava totalmente cozido e em outras, cozinhava demais. Com o novo sistema, o produto cozinha igualmente em todas as partes da estufa.
- Facilidade na operação do equipamento: Além de carregar e descarregar a estufa, o operador tinha a função de monitorar o tempo de cada etapa, mudar a temperatura, abrir e fechar a renovação de ar e a chaminé e controlar a entrada de vapor. Com a melhoria, o operador apenas muda a temperatura, pois o CLP controla o tempo e aciona as válvulas para abertura e fechamento da renovação de ar e da chaminé e o controlador de temperatura comanda a abertura e o fechamento do vapor.
- Manutenção do equipamento: Com o novo painel elétrico e com o diagrama elétrico, obteve-se maior facilidade para encontrar os componentes e suas ligações, aumentando a agilidade para resolver qualquer possível problema elétrico.

## 5 CONCLUSÕES

Através desse trabalho pode-se perceber que muitas vezes alguns equipamentos são esquecidos nas indústrias, sendo que com poucos investimentos e algumas boas idéias os mesmos podem oferecer um retorno maior que o esperado, um bom exemplo é a estufa de cozimento apresentado neste trabalho. Com um investimento de R\$ 4.100,00 (quatro mil e cem reais) a estufa passou a produzir 33% a mais que no processo anterior, gerando um lucro médio de R\$ 6.480,00 (seis mil quatrocentos e oitenta reais) por dia. O lucro diário antes das melhorias impostas no equipamento, eram de R\$ 4.320,00 (quatro mil trezentos e vinte reais), ou seja, uma diferença de R\$ 2.160,00 (dois mil cento e sessenta reais) a mais por dia de produção (levando em consideração que a empresa obtém um lucro líquido de 20% sobre cada peça produzida). Com base nestes dados pode-se perceber que o investimento foi pago em apenas dois dias de produção.

A estufa, mesmo sendo um equipamento muito antigo, após algumas modificações passou a render um produto com maior qualidade além de agilidade e facilidade no processo produtivo. Diminuiu-se o tempo do processo de cozimento, de doze horas para oito horas, dessa forma aumentando a produção em cerca de 33%. Obteve-se maior qualidade do produto final por se tratar de um processo padrão com uma menor interferência humana, já que o operador não precisa mais abrir a estufa para monitorar a temperatura interna do produto e nem controlar as etapas do processo.

O tempo de qualquer manutenção elétrica no equipamento foi diminuída, devido a elaboração dos diagramas de comando e força, antes inexistentes, a instalação dos novos componentes no painel elétrico e principalmente pela identificação dos circuitos de comando e força.

Sugere-se que para facilitar ainda mais a operação do equipamento bem com sua otimização, que seja utilizado um CLP de maior porte, como o XC100 apresentado nesse trabalho, pois este CLP pode controlar mais de um equipamento, (a empresa possui mais duas estufas idênticas), além de oferecer a possibilidade da criação de um supervisor onde mais de uma estufa possa ser controlada ao mesmo tempo e a distância. O custo para instalar o CLP XC 100 da Moeller nas três

estufas da empresa está em torno de 17.000,00 (Dezessete mil reais) enquanto se as mesmas forem automatizadas com o CLP Logo da Siemens o custo ficará em torno de 13.000,00 (treze mil reais), tal fato mostra a viabilidade da aplicação deste dispositivo na automação das estufas de cozimento de bacon.

## REFERÊNCIAS

ANTONELLI, P.L. **Introdução aos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs)**. Disponível em <<http://www.ejm.com.br/download/Introducao%20CLP.pdf>>

Acesso em: 05 de outubro de 2011

COEL, Automação Industrial. Disponível em: <[www.coel.com.br](http://www.coel.com.br)> Acesso em: 05 de outubro de 2011

CORTELETTI, D. **Linguagem Ladder para Microcontroladores Microchip PIC**. Centro Tecnológico de Mecatrônica SENAI, 2005.

Disponível

em:

<[http://www.mecatronica.org.br/disciplinas/programacao/019/LDMICRO\\_TUTORIAL.pdf](http://www.mecatronica.org.br/disciplinas/programacao/019/LDMICRO_TUTORIAL.pdf)> Acesso em: 05 de outubro de 2011

DOMINGUES, R; PEREIRA, F.L; SILVA, P.R; MAIA,J. **Publicando uma Aplicação Eclipse E3 na Internet**. Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

Disponível em:

<

[http://www.ufsm.br/desp/geomar/dcgautomacao/Aplicacao\\_Elipse\\_E3\\_Internet.pdf](http://www.ufsm.br/desp/geomar/dcgautomacao/Aplicacao_Elipse_E3_Internet.pdf) >

Acesso em: 05 de outubro de 2011.

KRAKHECHE I. ZWITERS M. FISTAROL A. TIBOLLA V. **Sensores de Temperatura**. Universidade de Caxias do Sul- Centro de Ciências Exatas, 2003.

Disponível em: <<http://hermes.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam/inst/temp2.pdf>>

Acesso em: 24 de outubro de 2011.

MERCADO LIVRE. Disponível em: <[http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-213701383-clp-logo-siemens-24-vcc-\\_JM](http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-213701383-clp-logo-siemens-24-vcc-_JM)> Acesso em: 05 de outubro de 2011

MORAES, P. S. **Lógica de Programação**. Unicamp- Centro de Computação- DSC, 2000. Disponível em: <[http://www.siban.com.br/destaque/21\\_carta.pdf](http://www.siban.com.br/destaque/21_carta.pdf) >

Acesso em: 24 de outubro de 2011.

NEGRI, V. J. **Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos Para Automação e Controle – Parte I – Princípios Gerais de Hidráulica e Pneumática**. 2001. p.8

Disponível em < <http://www.laship.ufsc.br/PDF/ApostilaPDF/SistHPContAutP1.pdf>>  
Acesso em: 05 DE OUTUBRO DE 2011

PINTO, P.H. **Funcionamento de um controlador lógico programável**.

Disponível em:

<  
[http://www.pharmaster.com.br/artigos/docs/20080703\\_7439\\_Funcionamento%20de%20um%20CLP.pdf](http://www.pharmaster.com.br/artigos/docs/20080703_7439_Funcionamento%20de%20um%20CLP.pdf)> Acesso em: 05 de outubro de 2011.

SARCINELLI, M. F; VENTURINI, K. S; SILVA, L. C. **Processamento da Carne Suína**. Universidade Federal do Espírito Santo- UFES, 2007. Disponível em: <  
[http://www.agais.com/telomc/b01907\\_processamento\\_suinos.pdf](http://www.agais.com/telomc/b01907_processamento_suinos.pdf)>  
Acesso em: 24 de outubro de 2011.

SILVEIRA, Paulo Rogério da. **Automação e Controle Discreto**. São Paulo: Ed. Érica 9ª. ed. 2010.

SOUZA, R. B. **Uma Arquitetura para Sistemas Supervisórios Industriais e sua Aplicação em Processos de Elevação Artificial de Petróleo**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

Disponível em: <<ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/RodrigoBS.pdf>>

Acesso em: 24 de Outubro de 2011.

WEG INDÚSTRIAS LTDA CENTRO DE TREINAMENTO DE CLIENTES

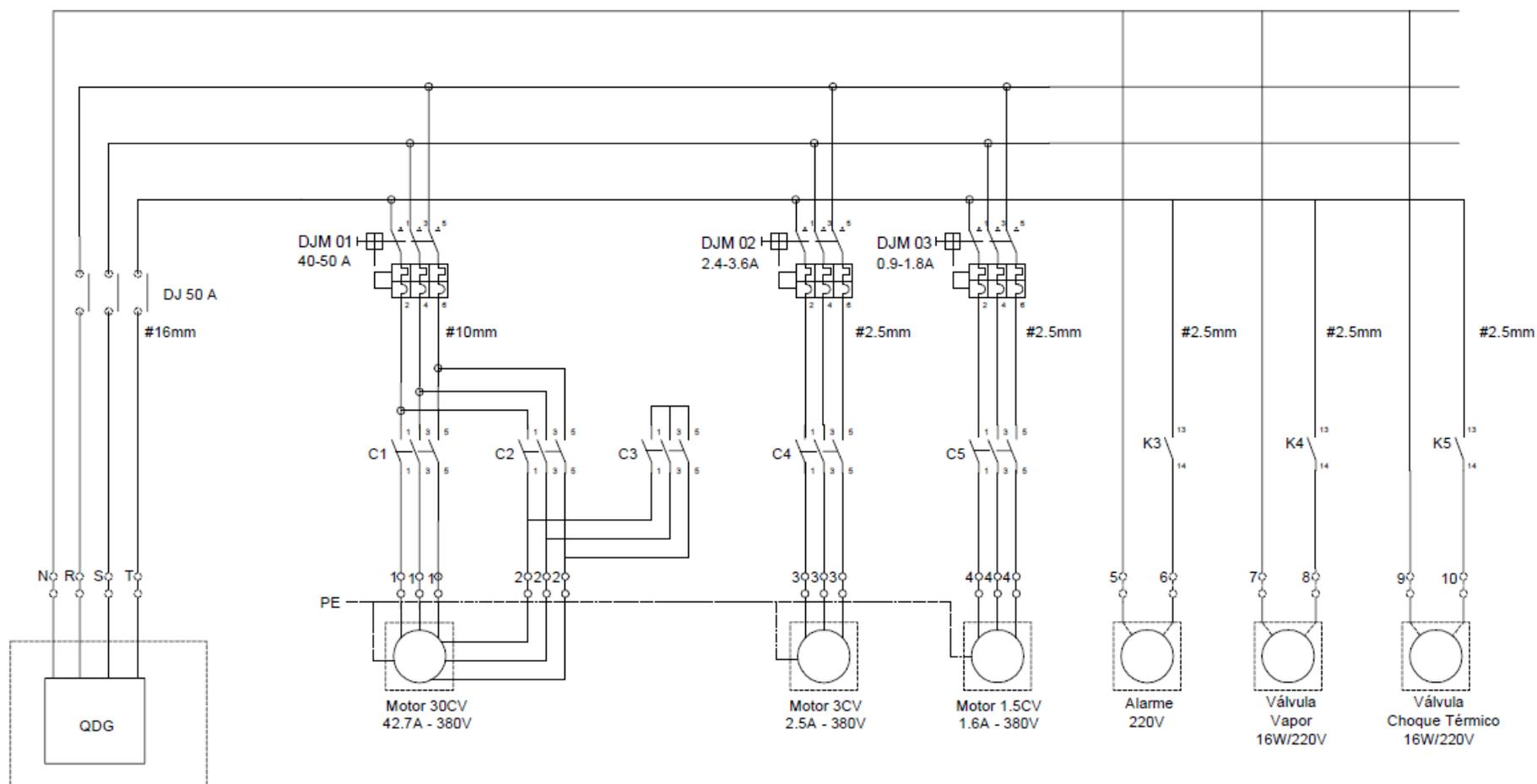
*MÓDULO 3 Automação de Processos Industriais.*

Disponível em

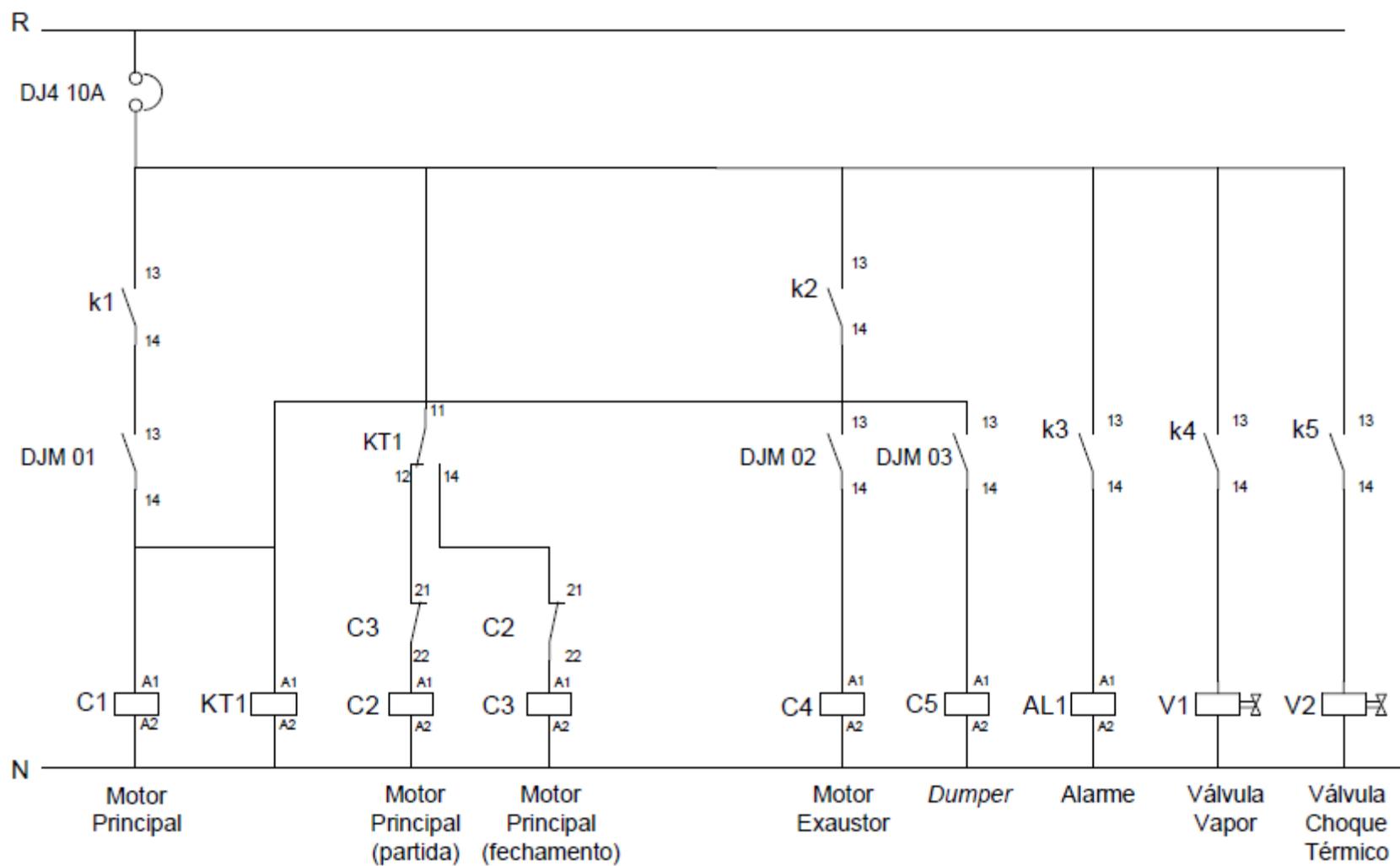
<[http://www.trajanocamargo.com.br/arquivos/eletroeletronica/apostila\\_clp\\_completa.pdf](http://www.trajanocamargo.com.br/arquivos/eletroeletronica/apostila_clp_completa.pdf)> acesso em: 05 de outubro de 2011.

## APÊNDICES

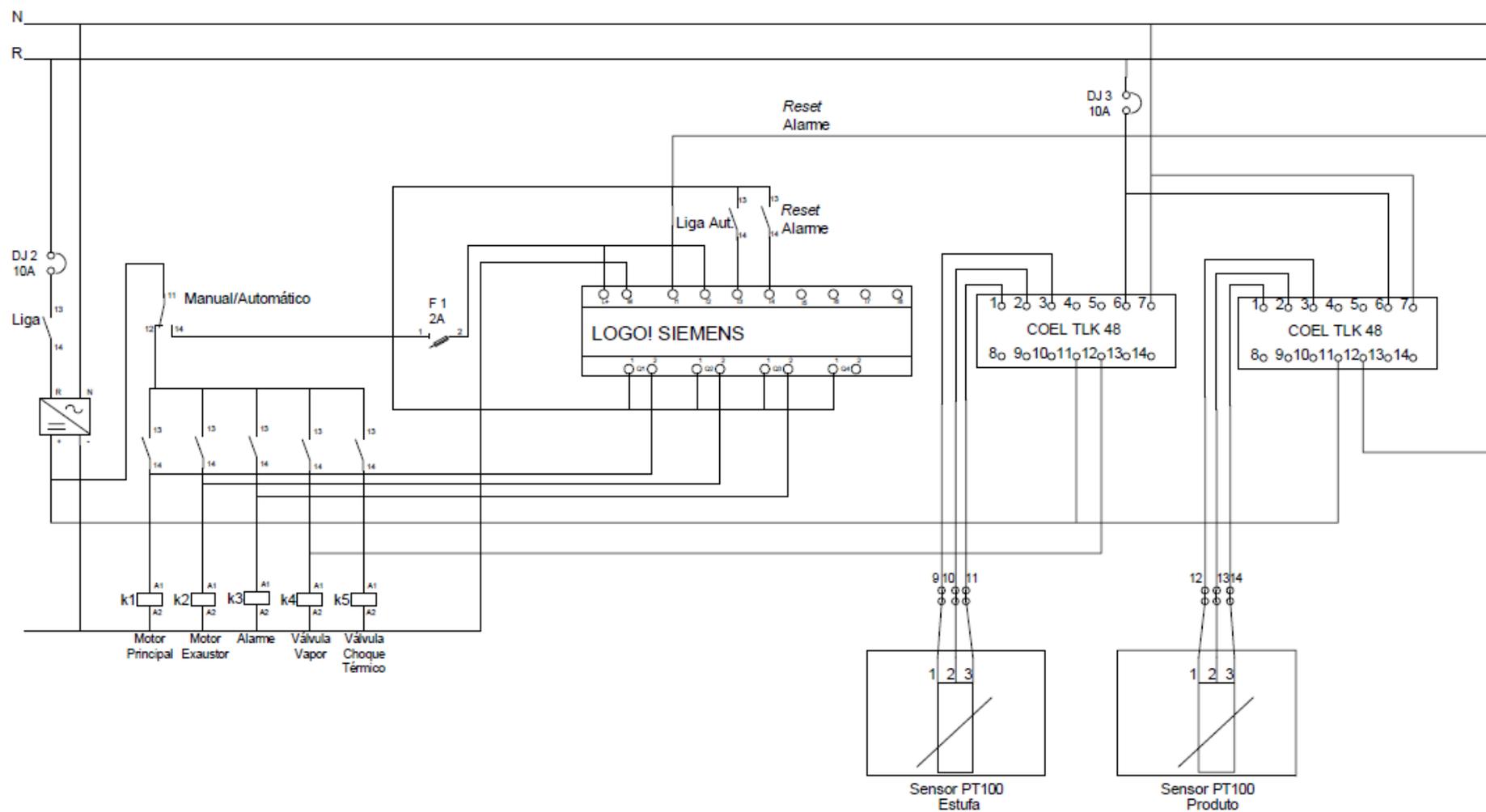
## APÊNDICE A - Diagrama de Força do Pannel Elétrico



## APÊNDICE B - Diagrama de Comando do Painel Elétrico



## APÊNDICE C - Continuação do Diagrama de Comando



## ANEXOS

### ANEXO A- Programação do controlador de temperatura TLK-48

## 3 – PROGRAMAÇÃO

### 3.1 – PROGRAMAÇÃO RÁPIDA DO SET POINT

Este procedimento permite programar, de forma veloz, o Set Point ativo e o valor de entrada do alarme (ver item 3.3).

Pressionar e soltar a tecla **SP**, o display mostrará "**SP n**" (onde **n** é o número do Set Point ativo no momento) e o valor programado.

Para modificá-lo, utilizar a tecla **▲** para incrementar ou **▼** para decrementar o valor.

Estas teclas atuam em passos de um dígito, porém, se forem mantidas pressionadas além de um segundo, o valor incrementará ou decrementará rapidamente. Após dois segundos na mesma condição, a velocidade aumentará a fim de permitir alcançar rapidamente o valor desejado.

Uma vez programado o valor desejado do Set Point, pressionar a tecla **SP** para visualizar os códigos e os valores dos alarmes configurados para aparecerem neste nível de programação (ver item 3.3).

A saída do modo de programação rápida do Set Point pode ser feita pressionando-se a tecla **SP** após a visualização do último parâmetro disponível, ou de forma automática, não pressionando qualquer tecla por cerca de 15 segundos, quando o display retornará ao modo de funcionamento normal.

### 3.2 – MENU PRINCIPAL DE SELEÇÃO DE CONTROLE E PROGRAMAÇÃO DOS PARÂMETROS

Para acessar o menu principal, pressionar a tecla **SP** por 3 segundos.

Através das teclas **▲** ou **▼** é possível percorrer as opções:

<b>OPER</b>	Permite o acesso ao menu dos parâmetros de operação.
<b>CONF</b>	Permite o acesso ao menu dos parâmetros de configuração.
<b>OFF</b>	Permite colocar o controlador no modo de controle OFF (saída de controle desligado).
<b>REG</b>	Permite colocar o controlador no modo de controle automático.
<b>tunE</b>	Permite ativar a função de Auto-tune ou Self-tune.
<b>OPLO</b>	Permite colocar o controlador no modo de controle manual e, portanto, programar, através das teclas <b>▲</b> e <b>▼</b> o valor da potência do controle (%) que irá atuar na respectiva saída.

Uma vez selecionado o menu desejado, pressionar a tecla **↵** para confirmar.  
As seleções **OPER** e **CONF** acessam submenus que possuem outros parâmetros:

**OPER – Menu de parâmetros de operação:** normalmente contém os parâmetros de programação dos Set Point, mas pode conter todos os parâmetros desejados (ver item. 3.3).

**CONF – Menu de parâmetros de configuração:** contém todos os parâmetros de operação e os parâmetros de configuração (configuração de alarmes, controle, entrada, saídas, etc.).

Para acessar o menu **OPER**, selecionar a opção **OPER** e pressionar a tecla **↵**.

O display mostrará o código que identifica o primeiro grupo de parâmetros (**SP**) e com as teclas **↵** e **↵** será possível selecionar o grupo que se pretende modificar.

Uma vez selecionado o grupo de parâmetros desejado, pressionar a tecla **↵**, no display aparecerá o código que identifica o primeiro parâmetro do grupo selecionado.

Através das teclas **↵** e **↵** será possível selecionar o parâmetro desejado. Pressionando-se a tecla **↵**, o display mostrará alternadamente o código e o valor do parâmetro, que poderá ser modificado através das teclas **↵** e **↵**.

Programado o valor desejado, pressionar novamente a tecla **↵**, o novo valor será memorizado e o display mostrará novamente o código do parâmetro selecionado.

Através das teclas **↵** ou **↵** será possível selecionar outro parâmetro (se existir) e modificá-lo da forma descrita.

Para selecionar outro grupo de parâmetros, manter pressionada **↵** ou **↵** por aproximadamente 3 segundos. Após este período, o display mostrará novamente o código do grupo de parâmetros.

Soltando-se a tecla será possível selecionar outro grupo (se existir) através das teclas **↵** ou **↵**.

Para sair do modo de programação, não pressionar qualquer tecla por cerca de 20 segundos ou pressionar a tecla **↵** ou **↵** por aproximadamente 3 segundos.

Para acessar o menu **CONF** será solicitada uma senha. Neste caso, inserir através das teclas **↵** e **↵**, o número **381** e pressionar a tecla **↵**.

Caso seja inserida uma senha errada, o instrumento retornará ao modo de controle no qual se encontrava anteriormente.

Se a senha estiver correta, o display mostrará o código que identifica o primeiro grupo de parâmetros (**SP**) e através das teclas **▲** e **▼** será possível selecionar o grupo de parâmetros que se pretende modificar.

Os modos de programação e de saída de programação do menu **CONF** são os mesmos descritos para o menu **OPER**.

### 3.3 – NÍVEIS DE PROGRAMAÇÃO DOS PARÂMETROS

O menu **OPER** normalmente contém os parâmetros de programação do Set Point, entretanto, neste nível é possível fazer aparecer ou inibir todos os parâmetros desejados mediante ao seguinte procedimento:

Acessar o menu **CONF** e selecionar o parâmetro que se pretende ou não tornar programável no menu **OPER**.

Uma vez selecionado o parâmetro, se o LED SET estiver apagado significa que o parâmetro é programável apenas no menu **CONF**, e se estiver aceso, significa que o parâmetro também pode ser programado no menu **OPER**.

Para modificar a visualização do parâmetro, pressionar a tecla **⏏**: o LED SET mudará de estado, indicando o nível de aceitabilidade do parâmetro (aceso = menu **OPER** e **CONF**; apagado = apenas menu **CONF**).

No nível de programação rápida do Set Point descrito no item 3.1, o Set Point ativo e os valores de alarme só serão visíveis se os relativos parâmetros forem configurados como de operação (ou seja, presentes no menu **OPER**).

A possível modificação deste nível, com o procedimento descrito no item 3.1 está subordinada ao que estiver programado no parâmetro **Edit** (contido no grupo **PRM**).

Este parâmetro pode ser programado como:

- =**SE**: o Set Point ativo pode ser modificado, enquanto os valores de alarme não podem.
- =**RE**: o Set Point ativo não pode ser modificado, enquanto os valores de alarme podem.
- =**SAE**: o Set Point ativo e os valores de alarme podem ser modificados.
- =**SA nE**: o Set Point ativo e os valores de alarme não podem ser modificados.

### 3.4 – MODOS DE CONTROLE

O controlador pode operar de 3 modos diferentes: controle automático (**REG**), controle desligado (**OFF**) e controle manual (**OPLO**).

O instrumento pode passar de um modo de controle para outro:

- Pelo teclado, selecionando o modo desejado no menu principal de seleção.

- Pelo teclado, através da tecla  $\square$ . Programando-se o parâmetro **USrb** (**USrb = tunE**; **USrb = OPLO**; **USrb = OFF**), é possível passar do controle "**rEG**" ao modo programado no parâmetro e vice-versa.
- Automaticamente (após a execução do Auto-tune, o instrumento retorna à condição de controle automático "**rEG**").

Ao ser ligado, o instrumento passará automaticamente para o modo de controle que se encontrava no momento em que foi desligado.

**3.4.1 - CONTROLE AUTOMÁTICO (rEG)** – O controle automático é o modo normal de funcionamento do controlador. Durante o controle automático é possível visualizar a potência de controle no display pressionando-se a tecla  $\square$ . Os valores visíveis para a potência variam de **H 100** (100% de potência em saída com ação reversa - aquecimento) a **C 100** (100% de potência em saída com ação direta - resfriamento).

**3.4.2 - CONTROLE DESATIVADO (OFF)** – O instrumento pode ser colocado no estado **OFF**, significando que o controle e as relativas saídas estão desativadas, mas a saída de alarme continua em operação.

**3.4.3 - CONTROLE MANUAL (OPLO)** – Através desta opção é possível, desativando-se o controle automático, programar manualmente a porcentagem de potência na saída do controlador.

Quando o instrumento for colocado no controle manual, a porcentagem de potência visualizada no display será a última fornecida à saída e poderá ser modificada através das teclas  $\square$  e  $\square$ .

No caso de controle do tipo ON/OFF, o 0% corresponde à saída desativada, enquanto qualquer valor diferente de 0 corresponde à saída ativada.

Como no caso da visualização, os valores programáveis para a potência variam de **H 100** (100% de potência na saída com ação reversa) a **C 100** (100% de potência na saída com ação direta).

Para colocar novamente o instrumento no controle automático, selecionar "**rEG**" no menu principal de seleção.

### 3.5 – SELEÇÃO DO SET POINT ATIVO

O instrumento permite programar até 4 diferentes Set Point de controle (**SP 1**, **SP 2**, **SP 3**, **SP 4**) e selecionar posteriormente qual deles será ativado.

O número máximo de Set Point é determinado pelo parâmetro **nSP** no grupo de parâmetros **SP**.

O Set Point ativo pode ser selecionado:

- Através do parâmetro **SPAt** no grupo de parâmetros **SP**.
- Através da tecla **↩** se o parâmetro **USrb = CHSP**.
- Automaticamente do **SP 1** para **SP 2** caso seja programado um patamar **dur.t** (ver item 7.6.17).

Os Set Point **SP 1**, **SP 2**, **SP 3**, **SP 4** serão visíveis em função do número máximo do Set Point selecionados no parâmetro **nSP** e serão programáveis com um valor entre o valor programado no parâmetro **SPLL** e o valor programado no parâmetro **SPHL**.

***Nota:** nos exemplos seguintes, o Set Point será indicado genericamente como **SP**, entretanto, o instrumento funcionará efetivamente em base ao Set Point selecionado como ativo.*